

МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ, 10 – 11 класи

Олександр КОЗЛЕНКО, науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України

Пояснювальна записка

Курс за вибором «Моделювання в біології, 10 – 11 класи» призначений для організації позакласної роботи учнів 10 – 11 класів закладів середньої освіти. Програма курсу містить опис структури курсу, очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів та орієнтовний календарно-тематичний план курсу. Програма містить загальні питання щодо моделювання та його місця в науковому пізнанні, класифікацію моделей, приклади моделей, що належать до різних класів (об’ємні, графічні, математичні, вербальні, імітаційні, семіотичні). Курс призначений для учнів 10 – 11 класів і розрахований на 34 год: 0,5 год на тиждень. Розподіл годин на вивчення тем є орієнтовним.

Мета: розвинути вміння учнів працювати з моделями різних типів і переносити набутий досвід на інші види діяльності (інші теми курсу біології, інші предмети, використання в повсякденному житті), які є важливими складниками природничо-наукової компетентності учнів (та інших ключових компетенцій). Курс передбачає роботу над формуванням здатностей, спільних для всіх ключових компетентностей, таких як читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно й письмово, критичне та системне мислення, ініціативність, здатність логічно обґрунтовувати позицію, оцінювати ризики, приймати рішення, розв’язувати проблеми, співпрацювати з іншими особами.

Компетентнісний потенціал курсу пов’язаний з формуванням складників таких ключових компетенцій:

1) вільне володіння державною мовою	***
2) здатність спілкуватися рідною (у разі відмінності від державної) та іноземними мовами	***
3) математична компетентність	****
4) компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій	*****
5) інноваційність	***
6) екологічна компетентність	****
7) інформаційно-комунікаційна компетентність	****
8) навчання впродовж життя	*****
9) громадянські та соціальні компетентності	***
10) культурна компетентність	**
11) підприємливість та фінансова грамотність	****

10 КЛАС

(17 год, 0,5 год на тиждень)

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
Вступ (1 год)	
Знаннєвий компонент: характеризує: види моделей; називає: ознаки різних видів моделей; їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади: моделей різних видів Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: модель, моделювання; класифікує: типи моделей за різними способами; наведені приклади моделей за обраною класифікацією; застосовує: набуті вміння та компетенції для визначення типів моделей у підручниках, ЗМІ, соцмережах Ціннісний компонент: оцінює значення моделювання в біології і екології	Зміст за темою: Рівні організації біологічних систем та їхній взаємозв’язок Класифікація моделей. Види моделей. Моделювання об’єктів, процесів і явищ на різних рівнях організації живої природи

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
Тема 1. Біорізноманіття (5 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує графічні моделі (ієрархічні схеми та графи); називає принципи побудови моделей даного типу, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що застосовуються для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: віруси, прокаріоти, еукаріоти; філогенетичне дерево, систематика; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Біорізноманіття»; застосовує: графічні моделі (ієрархічні схеми та деревоподібні граfi) для представлення інформації; набуті вміння та компетенції для представлення інформації із зовнішніх джерел (класифікація побутових об'єктів, складання визначників автомобілів, інших транспортних засобів, господарчих товарів тощо)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Біорізноманіття»</p>	<p>Зміст за темою: Систематика, принципи класифікації організмів. Віруси, віроїди, пріони; археї та бактерії; еукаріотичні організми.</p> <p>Графічні моделі: ієрархічні схеми. Поняття графа, класифікація графів. Правила складання графів. Філогенетичні дерева і класифікації. Способи побудови філогенетичних дерев. Матеріал для побудови моделей, наведений у різних формах. Визначення за дихотомічними визначниками як робота з деревами. Графічні моделі визначників біологічних об'єктів. Моделі інших типів, що їх використовують у даній темі:</p> <ul style="list-style-type: none"> • об'ємні (реальні та комп'ютерні) й графічні моделі вірусних частинок; • кругові діаграми та інші способи представлення чисельності таксонів різних рівнів; • графічні моделі (малюнки, об'ємні моделі будови клітин різних типів)
Тема 2. Обмін речовин і перетворення енергії (5 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує: об'ємні моделі (реальні, фізичні, та комп'ютерні) молекул; схеми зворотних зв'язків у моделюванні процесів; називає принципи побудови моделей даних типів, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди, ферменти, вітаміни, метаболізм; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Обмін речовин і перетворення енергії»; застосовує: об'ємні моделі (реальні, фізичні та комп'ютерні моделі молекул), схеми метаболічних процесів для розуміння та представлення інформації; набуті вміння та компетенції для представлення інформації із зовнішніх джерел (схеми із позначенням зворотних зв'язків різних типів, різні способи представлення моделей молекул у програмах-візуалізаторах відповідно до задач)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Обмін речовин і перетворення енергії»</p>	<p>Зміст за темою: Білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди. Обмін речовин та енергії у живих і неживих системах, особливості обміну речовин автотрофів і гетеротрофів. Енергетичні характеристики метаболізму. Взаємозв'язок структури клітин, органел, молекул, що забезпечують процеси метаболізму, з функціями. Ферменти. Вітаміни. Порушення метаболізму. Знешкодження токсичних сполук в організмі людини. Регуляція метаболізму.</p> <p>Об'ємні (фізичні і комп'ютерні) моделі молекул у з'ясуванні структури та функцій біомолекул. Схеми процесів і регуляція за зворотним зв'язком: об'ємні та графічні моделі нейрогуморальної регуляції, каскадного ефекту тощо</p>
Тема 3. Спадковість і мінливість (4 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує: графічні моделі (родоводи); імітаційні моделі (настільні ігри, моделі поширення мутацій з математичною основою тощо); називає: принципи побудови моделей даних типів, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: ген, геном, генотип, фенотип, схрещування, реплікація, експресія генів, транскрипція, трансляція; каріотип; мутагени; мутації (геномні, хромосомні, точкові); генофонд популяцій; класифікує: типи моделей, що їх використано в темі «Спадковість і мінливість»; застосовує: графічні моделі (родоводи) для представлення інформації; імітаційні моделі для пояснення природи мутацій різних видів; набуті вміння та компетенції для представлення інформації із зовнішніх джерел (успадкування ознак за родоводами з різним характером успадкування, пояснення механізмів виникнення та поширення мутацій)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює: значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Спадковість і мінливість»</p>	<p>Зміст за темою: Основні поняття та методи генетики. Організація спадкового матеріалу, структура гена, регуляція активності генів. Каріотип людини. Геном людини. Різні форми успадкування ознак. Мінливість у людини. Мутації та їхні властивості. Спадкові хвороби і вади людини; їхні діагностика та профілактика. Популяційна генетика, генофонд людських спільнот.</p> <p>Імітаційні моделі: моделювання виникнення та поширення мутацій.</p> <p>Графічні моделі: родовід як своєрідна форма графа. Правила побудови родоводів і аналізу успадкування ознак за ними. Родоводи в культурі (генеалогічні історичні дерева, родовід Ісуса – дерево Ісєя; дідух, малюнки на печі тощо). Інші види моделей: математичні моделі розподілу частот алелів і фенотипів у популяціях (ідеальних і реальних); об'ємні моделі організації спадкового матеріалу людини</p>

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
Тема 4. Репродукція та розвиток (2 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує: графічні моделі (стрічки часу та шкали); називає: принципи побудови моделей даного типу, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади: моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: мітоз, мейоз, регенерація, трансплантація, гаметогенез, запліднення, онтогенез, ембріональна індукція; класифікує: типи моделей, що їх використано в темі «Репродукція та розвиток»; застосовує: графічні моделі (стрічки часу та шкали) для представлення інформації; набуті вміння та компетенції для представлення інформації із зовнішніх джерел (представлення інформації у вигляді стрічок часу як об'ємних і графічних моделей, а також інтерактивних моделей, створених у веб-сервісах)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Репродукція та розвиток»</p>	<p>Зміст за темою: Репродукція, регенерація, трансплантація. Статеві клітини, гаметогенез, запліднення. Ембріогенез людини. Вплив різних чинників на ріст і розвиток людини.</p> <p>Графічні моделі: інтерактивні шкали та стрічки часу. Загальні уявлення про стрічки часу, способи побудови та призначення (способи переведення інформації з однієї форми в іншу). Одновимірні моделі: лінійний план розвитку організму: гени гомеобоксу та їхнє включення в ході розвитку зародка. Моделювання етапів ембріогенезу: перепредставлення інформації з однієї моделі в іншу.</p> <p>Стрічки часу та шкали в інших темах</p>

11 КЛАС

(17 год, 0,5 год на тиждень)

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
Тема 5. Адаптації (3 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує вербальні моделі; називає принципи побудови моделей даного типу, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: адаптація, екологічна ніша, адаптивна радіація, коеволуція, коадаптації, життєва форма, біологічні ритми, фотоперіодизм; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Адаптації»; застосовує: вербальні моделі (тексти різних жанрів) для представлення інформації про адаптації організмів; принцип генетичного алгоритму для організації групової діяльності з аналізу інформації (генетичний консиліум); набуті вміння та компетенції для аналізу інформації із зовнішніх джерел (тексти про адаптації з різних джерел)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Адаптації»</p>	<p>Зміст за темою: Адаптація, закономірності формування та властивості адаптацій на різних рівнях. Адаптивна радіація. Життєві форми тварин та рослин. Екологічна ніша як наслідок коадаптацій організмів. Коеволуція. Симбіоз та його форми.</p> <p>Вербальні моделі: виділення описів і елементів адаптацій у текстах різних жанрів. Моделі інших типів: графічні моделі порівняння життєвих форм, розташування точок відновлення у рослин; графи адаптивної радіації таксонів при пристосуванні до різних умов середовища існування.</p> <p>Моделювання генетичного алгоритму на прикладі формування адаптацій тварин до фотосинтезу: організація роботи у формі генетичного консиліуму</p>
Тема 6. Біологічні основи здорового способу життя (4 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує імітаційні моделі з картографічною основою (мапи поширення захворювань); називає принципи побудови моделей даного типу, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: здоров'я, здоровий спосіб життя, інфекційні, неінфекційні, інвазійні захворювання; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Біологічні основи здорового способу життя»; застосовує: імітаційні та інші моделі з картографічною основою (моделі поширення інфекцій різних форм) для представлення інформації; вербальні, семіотичні та графічні моделі відповідно до мети використання</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Біологічні основи здорового способу життя»</p>	<p>Зміст за темою: Науки, що вивчають здоров'я людини. Принципи і складники здорового способу життя. Профілактика неінфекційних, інфекційних, інвазійних захворювань людини.</p> <p>Імітаційні географічні моделі поширення інфекцій: комп'ютерні та настільні ігри, об'ємні та графічні моделі на основі моделей поверхні Землі.</p> <p>Інші види моделей: семіотичні моделі для інфекційних захворювань з різними способами передачі; оберіги як семіотичні моделі; вербальні моделі: описи захворювань у світовій художній літературі; аналіз наведених описів як моделей; графічні моделі: пелюстова діаграма Флоріс Найтінгейл та її вплив на розвиток медицини</p>

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
Тема 7. Екологія (4 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує: математичні моделі (моделі популяційної динаміки); графічні моделі (схеми процесів і явищ); називає принципи побудови моделей даних типів, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: екологія, екологічні чинники, обмежувальні чинники, толерантність, популяція, екосистема, біогеохімічні цикли, біосфера; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Екологія»; застосовує: математичні моделі (динаміка систем «хижак–жертва», «паразит–хазяїн») для аналізу і отримання інформації; графічні моделі (схеми процесів у екосистемах і біосфері в цілому) для представлення інформації; набуті вміння та компетенції для представлення та аналізу інформації з зовнішніх джерел</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Екологія»</p>	<p>Зміст за темою: Екологія: предмет, завдання та методи. Екологічні чинники: класифікація, вплив на організми та їх угруповання. Популяційна екологія: структура та характеристики популяцій. Механізми регуляції густоти (щільності) та чисельності популяцій. Екосистеми: види зв'язків між популяціями різних видів у екосистемах. Сукцесія та клімакс; агроценози з огляду на закономірності сукцесії. Біосфера як глобальна екосистема. Біогеохімічні цикли, їхні джерела енергії.</p> <p>Математичні моделі динаміки популяцій. Модель Лотки – Вольтерри, її модифікації (декілька хижаків, наявність рефугіумів, паразити зі зміною хазяїв). Моделювання чисельності популяцій у процесорі електронних таблиць (<i>MS Excel</i> або ін.). Інші моделі популяційної динаміки: моделювання у вигляді настільної гри («Еволюція»); графічні моделі взаємозв'язків виду в екосистемі, його потреб.</p> <p>Графічні моделі (схеми) біогенної міграції атомів, додавання різних характеристик з метою підвищення інформативності схем</p>
Тема 8. Сталий розвиток та раціональне природокористування (3 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує інтегровані бізнес-моделі (бізнес-плани, SWOT-аналіз); називає принципи побудови моделей даного типу, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: сталий розвиток, природні ресурси, раціональне природокористування; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Сталий розвиток та раціональне природокористування»; застосовує: інтегровані бізнес-моделі (бізнес-плани) для опрацювання та представлення інформації; набуті вміння та компетенції для представлення інформації із зовнішніх джерел (створення бізнес-плану або стартапу природоохоронної спрямованості)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Сталий розвиток та раціональне природокористування»</p>	<p>Зміст за темою: Забруднення, види забруднень, наслідки для екосистем та людини. Антропогенний вплив на оболонки Землі. Проблема та способи збереження біорізноманіття. Концепція сталого розвитку. Міжнародна взаємодія у справі охорони довкілля.</p> <p>Бізнес-моделі: бізнес-план природоохоронної території з просвітницькими задачами (національний парк), економічне обґрунтування природоохоронних заходів.</p> <p>Моделі інших типів: причинно-наслідкові зв'язки в разі антропогенного впливу на екосистеми; семіотичні моделі в охороні природи; вербальні моделі в художній літературі (С. Лем «Рятуймо космос!»)</p>
Тема 9. Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології (3 год)	
<p>Знаннєвий компонент: характеризує семіотичні моделі з математичною основою (інфографіку); називає принципи побудови моделей даного типу, їхні властивості та обмеження застосування; наводить приклади моделей інших типів, що їх застосовують для розуміння матеріалу за темою</p> <p>Діяльнісний компонент: аналізує поняття за алгоритмом: селекція, біотехнологія, генетично модифіковані організми, клонування; класифікує типи моделей, що їх використано в темі «Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології»; застосовує: семіотичні моделі (інфографіку) для представлення інформації; набуті вміння та компетенції для представлення інформації із зовнішніх джерел (методи селекції та генетичної інженерії, успіхи селекції рослин, тварин, мікроорганізмів, инфографіку на основі географічних карт тощо)</p> <p>Ціннісний компонент: оцінює значення розглянутих моделей для розуміння та компетентного застосування біологічних знань за темою «Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології»</p>	<p>Зміст за темою: Історія і сучасний стан селекції рослин, тварин, мікроорганізмів. Генна та клітинна інженерія в селекції. Біотехнологія, її напрями. Біологічна безпека. Можливості генокорекції людини та інші застосування сучасних методів у медицині. Роль біології у розв'язуванні глобальних проблем людства.</p> <p>Семіотичні моделі з математичною основою на прикладі змін рослин і тварин в одомашненому стані. Поняття інфографіки. Застосування инфографіки у представленні даних. Графічні моделі на основі географічних карт: мапи введення в культуру рослин, застосування генетично-модифікованих організмів тощо</p>